

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2021-2022 учебный год**

10 класс

Задание	1	2	3	4	5	6	Итого
Максимальное кол-во баллов	8	8	8	8	8	8	48

1. Тема 9.2 сложность 2

Телескоп Великий рефрактор Архенгольда имеет фокусное расстояние 21 м и радиус линзы 34 см. Какова разрешающая и проникающая сила телескопа и диаметр её изображения на экране вблизи окуляра?

Решение: Примерно проникающая сила выражается формулой $m = 2,1 + 5 \lg D$, где D – диаметр объектива в миллиметрах. $m = 2,1 + 5 \lg 680 = 16^m$.

Разрешающая сила телескопа характеризуется предельным угловым расстоянием между двумя звездами, которые видны в данный телескоп, не сливаясь одна с другой. Она может вычисляться по формуле: $\delta = \frac{140}{D}$, где δ – разрешение в

секундах, D – диаметр объектива в миллиметрах. $\delta = \frac{140}{D} = \frac{140}{680} = 0,2''$

Изображение светила в фокальной плоскости телескопа, в том числе и на экране, имеет при малых угловых размерах линейные размеры $d = F \frac{\rho''}{206265''}$

приняв угловые размеры Луны, видимые невооруженным взглядом за $32'$.

Получим $d = 21 \frac{32 \cdot 60}{206265} = 0,195 \text{ м}$

2. Тема 8.2 сложность 1

Размеры Международной космической станции таковы, что ее можно наблюдать невооруженным глазом с поверхности Земли как очень яркую "звездочку" (от 0m до -4m звездной величины). Во сколько светимость станции в максимуме больше, чем светимость Бетельгейзе (+0,2 – +1,2) в максимуме?

Решение: Связь звездных величин и светимостей описывается формулой

$m_1 - m_2 = -2,5 \lg \frac{L_1}{L_2}$ откуда $\frac{L_1}{L_2} = 10^{-0,4(m_1 - m_2)}$, максимальная звездная величина МКС

-4m, а Бетельгейзе +0,2m. В итоге получаем $\frac{L_1}{L_2} = 10^{-0,4(-4 - 0,2)} = 47,9$. МКС ярче

Бетельгейзе в 47,9 раз.

3. Темы 8.2, 8.9 сложность 2

Сравните звездные величины двух галлиевых спутников Юпитера Европы и Каллисто в тот момент, когда Юпитер (альbedo 0,7) ближе всего к Земле, если он в это время в 58 раз ярче Сириуса (-1,46^m). Можно ли их увидеть невооруженным глазом?

Решение: Звездная величина Юпитера находится по формуле

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2021-2022 учебный год
10 класс

$m_1 = -2,5 \lg \frac{L_1}{L_2} + m_2 = -2,9^m$. Связь звездных величин Юпитера и его спутников

найдётся по формуле $m_1 - m_J = 2,5 \lg \left(\frac{A_1}{A_J} \left(\frac{R_J}{R_1} \right)^2 \right)$, где A – альbedo, R – радиусы

объектов. Для Европы – $m_1 = 2,5 \lg \left(\frac{0,64}{0,7} \left(\frac{7,15 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^6} \right)^2 \right) - 2,9 = 5,25^m$. Для Каллисто

$$m_1 = 2,5 \lg \left(\frac{0,2}{0,7} \left(\frac{7,15 \cdot 10^7}{2,4 \cdot 10^6} \right)^2 \right) - 2,9 = 5,7^m$$

Увидеть невооруженным глазом нельзя из-за близости Юпитера.

4. Тема 8,5 сложность 2

На каком примерно расстоянии надо поместить одну из самых мощных российских лазерных установок «Фемта-луч» (мощность 1000ТВт), чтобы она выглядела как звезда 0-й звездной величины? Считать, что поток фотонов от источника нулевой звездной величины на поверхности Земли составляет примерно 10^6 фотонов/(см²*с)

Решение: Энергия, излучаемая лазером за 1 с $R = 10^{18}$ Дж/с. Фотон с длиной

$$\text{волны } \lambda = 500 \text{ нм имеет энергию } E_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Чтобы лазер создавал такую же освещенность, как звезда нулевой величины ее следует поместить на расстояние

$$r = \sqrt{\frac{10^{18}}{10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-19}}} = 1,58 \cdot 10^{15} \text{ м} = 0,16 \text{ св.лет}$$

5. Тема 8.3 сложность 2

Находятся ли цефеиды W Девы (9,46m, Период 17 дней) и R Щита (4,9m, период 144 дня) за пределами нашей Галактики?

Решение: Связь периода пульсаций Цефеид и их светимости.

$$M = -2,8 \lg(P) - 1,43$$

$$M_1 = -2,8 \lg(17) - 1,43 = -4,875^m$$

$$M_1 = -2,8 \lg(144) - 1,43 = -7,4^m$$

расстояние до цефеиды, если она наблюдается как звезда с видимой звездной величиной m определяется

$$\lg R = 0,2(m - M + 5)$$

$$\lg R_1 = 0,2(m_1 - M_1 + 5) = 0,2(9,46 + 4,8 + 5) = 3,9$$

$$R_1 = 7,4 \text{ кпк}$$

$$\lg R_2 = 0,2(m_2 - M_2 + 5) = 0,2(4,9 + 7,4 + 5) = 3,46$$

$$R_2 = 2,9 \text{ кпк}$$

Учитывая размер Галактики в 30 кпк. Можно сказать что данные звезды внутригалактические объекты.

6. Тема 9.1 и 9.3 сложность 2

Диаметр зрачка человека может изменяться в пределах примерно от 1,5 мм при

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2021-2022 учебный год
10 класс**

максимальном сужении до 8 мм при максимальном расширении. Сравните разрешающую способность глаза при разном сужении. Звезды какой звездной величины человек смог бы наблюдать при суженном зрачке по сравнению с расширенным?

Решение: Разрешающая способность равна $\phi = \frac{1,22\lambda}{d_{зр}}$ где $\lambda = 550 \text{ нм}$.

$$\phi_1 = \frac{1,22 \cdot 550 \cdot 10^{-9}}{0,0015} = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ рад} = 0,9''$$

$$\phi_2 = \frac{1,22 \cdot 550 \cdot 10^{-9}}{0,008} = 8,387 \cdot 10^{-5} \text{ рад} = 17''$$

Предельная звёздная величина, которая видна, в зависимости от апертуры:

$$m = 2,1 + 5 \lg(D \text{ мм}) \text{ где } D - \text{ диаметр в мм.}$$

$$m_1 = 2,1 + 5 \lg(1,5 \text{ мм}) = 3^m$$

$$m_2 = 2,1 + 5 \lg(8 \text{ мм}) = 6,6^m$$